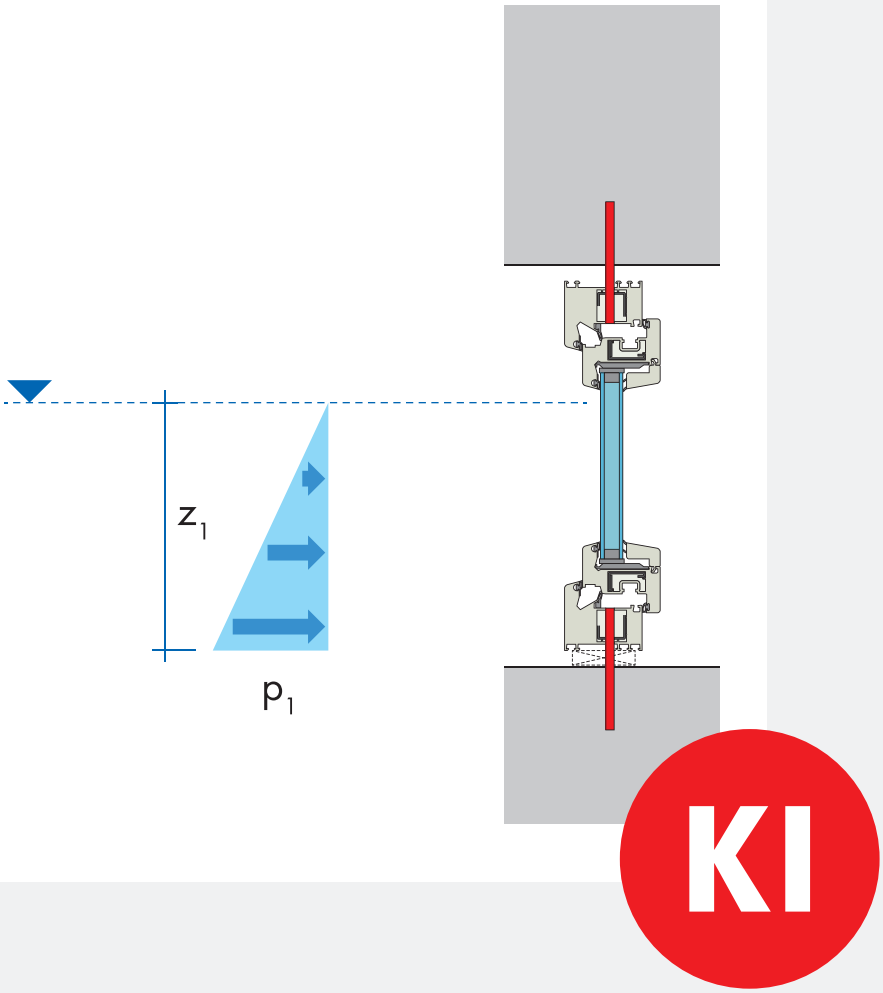
Konstruktiver Ingenieurbau

Sonderausgabe

2025

Hochwasserbeständige Fenster und Türen

© Adolf Würth GmbH & Co. KG



Reguvis

Jürgen H. R. Küenzlen, Eckehard Scheller, Klaus Jorde

Hochwasserbeständige Fenster und Türen

1 Einleitung
2 Risiko Hochwasser
2.1 Allgemeines
2.2 Beispiel 1
2.3 Beispiel 2
3 Prüfung von Fensterelementen und Fensterbefestigern
4 Nachweise für die Befestigung
4.1 Allgemeines
4.2 Lastfall Hochwasser
5 Praxisbeispiel – Nachweis der örtlichen Krafteinleitung (Abschätzung)
5.1 Allgemeines
5.2 Zusammenstellung der erforderlichen Ausgangsdaten
5.3 Einwirkungen
5.4 Ermittlung der maßgebenden Querkräfte
5.5 Statischer Nachweis für den maßgebenden Befestigungspunkt (8)
6 Zusammenfassung

1 Einleitung

Die Natur kennt keine Hochwasserschäden. Ist jedoch der Mensch betroffen, wie Hochwasserereignisse in der jüngsten Vergangenheit sehr deutlich zeigen, beispielsweise im Ahrtal im Jahr 2021, verursachen Hochwasser große (volkswirtschaftliche) Schäden. Diese sind oft auch einige Jahr nach dem eigentlichen Ereignis noch nicht wieder vollständig beseitigt und weiter deutlich sichtbar.

Beim Wiederaufbau, aber auch generell beim Bau von Gebäuden in von Hochwasser und/oder Starkregen gefährdeten Gebieten, rücken nicht nur der ganze Baukörper, sondern auch dessen Fenster und Türen in den Fokus, die direkt einer Gefährdung ausgesetzt sein könn(t)en.

Dieser Beitrag gibt einen ersten allgemeinen Überblick zum Thema hochwasserbeständige Fenster und Türen. Dabei wird aufgezeigt, dass nicht nur das Fenster- bzw. Türelement allein, sondern jeweils auch deren Befestigung am Baukörper sowie die Lastweiterleitung bis in den tragenden Baugrund immer zwingend untersucht werden müssen, soll es nicht zu extremen Schäden kommen.

In einem abschätzenden Praxisbeispiel kann nachgewiesen werden, dass auch für den Lastfall „Hochwasser" Befestigungslösungen mit entsprechend zugelassenen Fensterbefestigern zum Beispiel im Verankerungsgrund Beton unter bestimmten Voraussetzungen denkbar bzw. möglich sind.

2 Risiko Hochwasser

2.1 Allgemeines

Ist man von einem Hochwasser betroffen, liegt der erste Fokus sicherlich darauf, dass das Wasser außerhalb des Gebäudes bleibt. Damit sollen Schäden im Inneren vermieden werden. Gerade dieses Wasser im Gebäude kann aber eine wichtige Funktion im Rahmen der gesamten Standsicherheit erfüllen (vgl. Abschnitt 2.3).

Die Richtlinie FE-07/3 (ift Rosenheim, 2025, S. 2, Vorwort) weist auf diesen Umstand hin:

> *„Es ist aber auch die Gesamtlage des Gebäudes zu berücksichtigen, wenn diese […] insgesamt „aufschwimmen" können, was ggf. größere Gebäudeschäden bewirken kann als ein reiner Wasserschaden."*

Nachfolgend werden kurz zwei plakative Beispiele dazu dargestellt.

Bild 1: Aufgeschwemmtes Wohnhaus mit wasserdichtem Betonkeller am 13. Januar 2011 im Gewerbegebiet von Oppenweiler (beachte den schief stehenden Rohbau im Hintergrund des Fotos; Foto: Küenzlen)

Bild 2: Gebäude Sulzbacher Straße 3 in Backnang mit historischen Fenstern – als geplanter Bestandteil der Hochwasserschutzmauer (Foto: Küenzlen)

2.2 Beispiel 1

Bild 1 zeigt ein Gebäude, das beim Hochwasser am Fluss Murr in Baden-Württemberg am 13. Januar 2011 aufgeschwommen ist. Hier wurde direkt am Ufer des Flusses Murr ein komplett wasserdichter Keller ausgeführt. Damit konnte kein Wasser in das Gebäude eindringen. Am Ende fehlten allerdings rund 70 Tonnen Auflast aus dem Gebäude auf den Betonkeller, da die Geschossdecke im ersten Obergeschoss „nur" als leichte Holzbalkendecke ausgeführt war. Dies führte zu einem Aufschwemmen des Gebäudes und damit zu einem wirtschaftlichen Totalschaden am Gebäude in Höhe von mehreren 100.000 Euro. Undichte oder nicht wasserdruckdichte Kellerfenster hätten zu einer „automatischen" Flutung des Gebäudes geführt und damit zu einem weit geringeren Sachschaden.

2.3 Beispiel 2

Ein weiteres Beispiel zeigt das Gebäude Sulzbacher Straße 3 in Backnang (Bild 2). Hier wurde im Rahmen der innerörtlichen Hochwasserschutzmaßname geplant, das Gebäude in die Hochwasserschutzmauer aus Stahlspund- und Betonwand zu integrieren. D.h., die Gebäudefassade sollte Teil der „hochwasserdichten" Wand werden. Der Einbau der Fenster hätte nach Nothstein (2023) zu einem Einsturz des gesamten Gebäudes führen können:

> *„Je detaillierter sich der Gutachter mit dem Gemäuer beschäftigte, umso mehr kam er zur Einschätzung, dass der alleinige Einbau dichter Fenster keine gute Idee ist. Denn das Gebäude benötigt bei einem Hochwasser das Wasser der gefluteten Keller als Gegendruck. Sonst würde die zu dünn dimensionierte Hauswand eingedrückt werden. Auch sei es nicht ausreichend, die Wand einfach zu verstärken, weil dann das Gebäude aufschwimmen beziehungsweise die Bodenplatte aufbrechen könnte. Das Fazit des Experten lautet daher: ‚Die Flutung des Kellers hält die Bodenplatte in ihrer Lage und stabilisiert die Wände durch den Wassergegendruck von innen. Die Voraussetzung für die Widerstandsfähigkeit des Gebäudes ist die Flutung des Untergeschosses.'"*

Aufgedeckt wurde diese Problematik, nachdem von einem Vertreter des Eigentümers die Nachweise zur Lastweiterleitung der Befestigung der hochwasserdichten Fenster in die Gebäudeaußenwand von der für die Maßnahme verantwortlichen Behörde eingefordert worden waren.

Die ift-Richtlinie FE-07/3 (ift Rosenheim, 2025, S. 2, Vorwort) gibt hier den entsprechenden deutlichen Hinweis an die Planenden solcher Hochwasserschutzmaßnahmen insofern, ...

> *„dass neben den hochwasserbeständigen Fenstern und Türen eine geeignete Auslegung des restlichen Gebäudes hinsichtlich der Hochwasserbeständigkeit erforderlich ist". ...*

weshalb die Richtline davon ausgeht, dass für die Prüfung *„üblicherweise"* der Einbau solcher Elemente nur in Betonwände *„geeigneter Qualität"* vorzusehen ist.

3 Prüfung von Fensterelementen und Fensterbefestigern

Im Rahmen der CE-Kennzeichnung nach DIN EN 14351-1 werden Fenster „nur" auf ihre Schlagregendichtheit geprüft. Diese Prüfung erfolgt nach DIN EN 1027 mit einer anschließenden Klassifizierung nach DIN EN 12208. Dabei darf Regenwasser nicht in den geschützten Innenraum eindringen.

Bild 3: Im Prüfrahmen – Betonelement – eingebautes Fensterelement bei der Prüfung auf Dichtigkeit im Fall eines Hochwassers (Foto: ift Rosenheim)

Bild 4: Undichtigkeit am Fenstergriff bei der Prüfung auf Dichtigkeit bei Hochwasser (Foto: ift Rosenheim)

Dieser Nachweis hat jedoch nichts mit (an)stehendem Wasser, also einem Hochwasser, zu tun. Hier ist der Nachweis der Dichtheit gegen eine statische Wassersäule auf der Außenseite erforderlich. Ein europäisches Prüfverfahren für diesen Spezialfall gibt es bisher nicht.

Nach der ift-Richtlinie FE-07/3 (ift Rosenheim, 2025) ist die Prüfung solcher Elemente möglich. Dabei ist die Eigenschaft der Hochwasserbeständigkeit eine zusätzliche Eigenschaft, die die deklarierten Eigenschaften (z. B. CE-Kennzeichnung) nicht beeinträchtigen darf. Durch die erforderliche Dichtheit können z.B. höhere Bedienkräfte erforderlich sein.

Zum Nachweis der Hochwasserdichtigkeit werden die Elemente – unter Beachtung der Montagevorgaben – an der Außenseite „unter Wasser gesetzt" und die Leckage ermittelt (Krippahl, 2024). Die Prüfung erfolgt dabei „statisch", d.h. ohne Geschwindigkeitskomponente wie diese bei einer Wasserströmung auftritt.

Neben der absoluten Wasserdichtheit wird auch ein begrenzter Wassereintritt in den Versuchen berücksichtigt.

- → Wasserdichtheit bedeutet hier, *„dass kein Wassereintritt zur Innenseite innerhalb von 24 Stunden feststellbar ist"*.
- → Hochwasserbeständig im Sinne der Richtlinie bedeutet, dass innerhalb von 24 Stunden weniger als 240 Liter Wasser durch den Anschluss in den Innenraum eindringen. Dieser geringe Wassereintritt muss durch geeignete andere Maßnahmen bewältigt werden.
- → Wasserundurchlässig ist das Element, wenn innerhalb von 24 Stunden weniger als 1 bzw. 24 Liter Wasser in den Innenraum gelangt.

Die Richtlinie berücksichtigt keine möglichen Schäden durch übertretende fließende Gewässer, die auch Festkörper mitschwemmen können. Bild 3 zeigt eine solche Versuchsanordnung.

Bereits im Jahr 2006 wurden mit der Abstandsmontageschraube AMO III entsprechende Versuche in einer Betonwand nach der ersten Fassung dieser Richtlinie durchgeführt (ift Rosenheim, 2006). Dabei konnte eine Hochwasserbeständigkeit von 80 cm Wassersäule im Versuch nachgewiesen werden. Eine komplette Wasserdichtheit konnte allerdings nicht erreicht werden. Bild 4 zeigt mögliche Undichtigkeiten bei dieser Versuchsanordnung. Im durchgeführten Versuch blieb der gesamte Wassereintritt innerhalb von 24 Stunden jedoch unter 240 l.

4 Nachweise für die Befestigung

4.1 Allgemeines

Bereits in Küenzlen et al. (2022, S. 107, Abschnitt 8.5.1) wurde im Zusammenhang mit der Befestigung und der Nachweisführung absturzsichernder Fenster auf den Nachweis der Lastweiterleitung aus der Befestigung in das Bauwerk hingewiesen.

Das Beispiel in Abschnitt 2.3, Bild 2, zeigt sehr plakativ, wozu der Verzicht auf diesen Nachweis im Extremfall führen kann, weshalb dieses Thema hier noch einmal ausdrücklich erwähnt wird.

Auch in DIBt MVVTB (2024/1) heißt es dazu in Anhang 3 „Anforderungen an Planung, Bemessung und Ausführung von Verankerungen in Mauerwerk mit nachträglich gesetzten Befestigungsmitteln" wie folgt:

> *„Der Nachweis der unmittelbaren örtlichen Krafteinleitung in das Mauerwerk gilt unter Beachtung der Bestimmungen der jeweiligen ETA als erbracht. Die Weiterleitung der zu verankernden Lasten im Bauteil ist nachzuweisen."*

Ebenso steht es in den nationalen „Zulassungen" für Dübel und Fensterbefestiger, siehe z. B. in abZ/aBG AMO Y/IV (2024, S. 5, Abschnitt 3.2.1):

„Die Weiterleitung der zu verankernden Lasten im Bauteil ist nachzuweisen."

Die ift-Richtlinie FE-07/3 (ift Rosenheim, 2025, S. 8, Abschnitt 7.1) gibt auch in der aktuellen Fassung keine weiteren Hinweise, wie die Verankerung solcher Elemente am Bauwerk erfolgen kann. Es wird lediglich auf die Montageanweisung verwiesen:

„Vom Hersteller ist eine der Bauart zugehörige Montageanweisung zu erstellen, welche die folgenden Punkte berücksichtigt:

- → *Voraussetzung hinsichtlich des umgebenden Baukörpers (Wandaufbau)*
- → *Angaben hinsichtlich der Befestigung und Befestigungsmittel."*

Die Richtlinie gibt also keinerlei Hinweise darauf, welche Voraussetzungen der Baukörper und/oder die Befestigung erfüllen müssen. Aus diesem Grund werden dazu nachfolgend einige Ausführungen gemacht, die sich jedoch

- → ausschließlich auf den Nachweis der örtlichen Krafteinleitung der Befestigungsmittel beziehen und
- → ausdrücklich nicht mit der *„Weiterleitung der zu verankernden Lasten im Bauteil"* beschäftigen.

Hinweis:

Nur wenn der Nachweis der Krafteinleitung aus dem hochwasserdichten/hochwasserbeständigen Fensterelement in den umgebenden Verankerungsgrund gelingt, macht ein Nachweis der „Weiterleitung der zu verankernden Lasten im Bauteil" bis in den tragenden Baugrund Sinn.

Beim Nachweis der „Weiterleitung der zu verankernden Lasten im Bauteil" sind die Ausführungen und Hinweise in Abschnitt 2 dieses Fachbeitrags zu beachten.

4.2 Lastfall Hochwasser

Fensterelemente und damit deren Befestiger am realen Verankerungsgrund können im Lastfall „Hochwasser" mit teilweisem oder vollständigen Einstau, jeweils mit und ohne Strömungskomponente, belastet werden (vgl. Bild 5a bis d).

Ergänzend ist Folgendes zu beachten:

- → Im Fall einer Anströmung mit der Geschwindigkeit v_0 bildet sich infolge des Staudrucks am angeströmten Hindernis eine Art Wasserpolster mit der Höhe z_v (vgl. Bild 5b und d). Diese Höhe kann zur Berechnung des zusätzlichen Wasserdrucks aus der Anströmung herangezogen werden.
- → Falls die Anströmung nicht senkrecht auf das Fenster trifft, sondern eine schräge Anströmung vorhanden ist, muss nur die senkrecht auf das Fenster gerichtete Geschwindigkeitskomponente berücksichtigt werden.

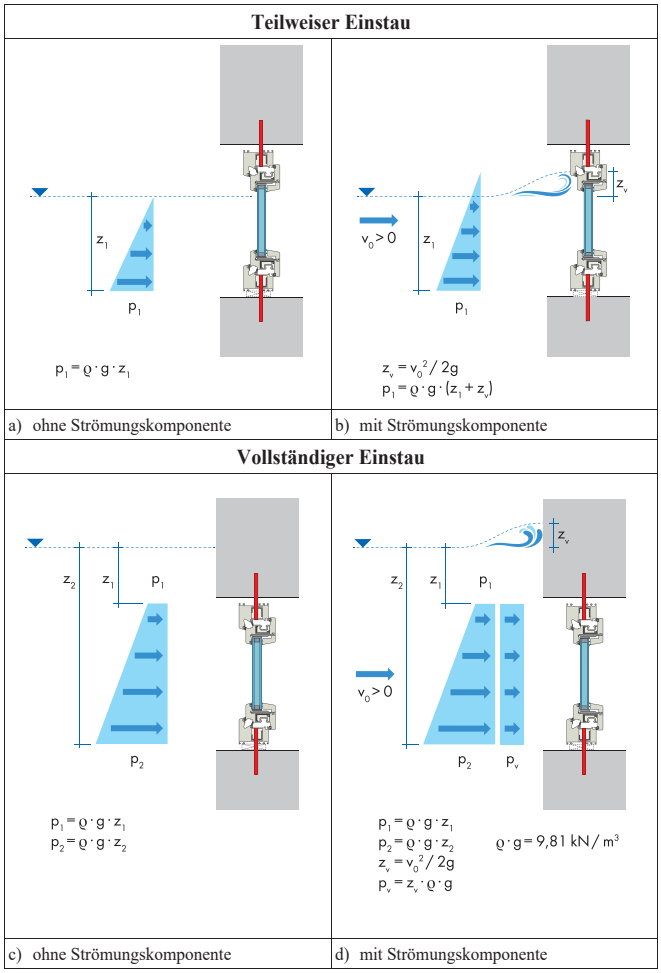


Bild 5: Hochwasser: Teilweiser und vollständiger Einstau, mit und ohne Strömungskomponente (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

In der ift-Richtlinie FE-07/3 (ift Rosenheim, 2025, S. 2, Vorwort) heißt es dazu folgendermaßen:

„Nicht berücksichtigt werden in dieser Richtlinie mögliche Schäden durch die Strömung übertretender fließender Gewässer, wie auch von dynamischen Anprallasten durch darin schwimmende Gegenstände (Bäume, Mülltonnen etc.)."

Hinweis

Der weitere Fachbeitrag orientiert sich an dem Zitat zuvor.

Aus Sicht der Autoren sind dann allerdings bauliche Zusatzmaßnahmen, z. B. Schutzgitter, erforderlich, um z. B. nicht unerhebliche dynamische Anprallasten durch anschwimmende entwurzelte Bäume auf ein Fensterelement und dessen Befestigung ausschließen zu können. Auch hier darf nicht aus den Augen verloren werden, dass diese Anprallasten durch das Gebäude selbst müssen aufgenommen werden können.

Der zu berücksichtigende Wasserstand ergibt sich für das jeweilige Bauvorhaben beispielsweise aus den Hochwassergefahrenkarten der Bundesländer, örtlichen Beobachtungen vergangener Ereignisse oder entsprechenden hydrologischen Untersuchungen.

Hinweis:

Ist – wie in Beispiel 2 in Abschnitt 2.3 dargestellt – die Voraussetzung für die Widerstandsfähigkeit eines Gebäudes dessen Flutung, so kann der Wasserdruck von innen analog zum Wasserdruck von außen berechnet werden.

Der Wasserdruck von außen und – so vorhanden – der Wasserdruck von innen können sich dann teilweise oder auch komplett aufheben.

Hier sind in jedem Anwendungsfall individuelle ingenieurmäßige Annahmen zu treffen und entsprechende Nachweise zu führen.

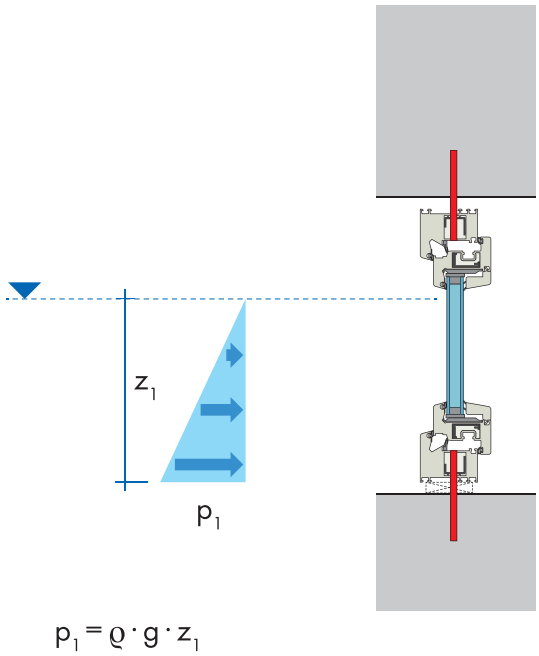


Bild 6: Teilweiser Einstau ohne Strömungskomponente (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG; siehe auch Bild 5a)

5 Praxisbeispiel – Nachweis der örtlichen Krafteinleitung (Abschätzung)

5.1 Allgemeines

Im folgenden fiktiven Praxisbeispiel wird *abschätzend* nur der Nachweis der örtlichen Krafteinleitung für die Befestigung eines hochwasserdichten/hochwasserbeständigen Fensterelements im Verankerungsgrund Beton für den Lastfall „Hochwasser" geführt.

Wie in Abschnitt 4.1 dieses Beitrags bereits dargelegt, muss zunächst diese örtliche Krafteinleitung nachgewiesen werden.

Bei einem erfolgreichen Nachweis kann anschließend – unter Berücksichtigung der Ausführungen in Abschnitt 2 dieses Fachbeitrags – die Lastweiterleitung bis in den tragenden Baugrund untersucht werden, worauf in diesem Beitrag aus Übersichtsgründen verzichtet wird.

Untersucht wird hier nachfolgend ein einfaches Rechteckfenster mit den Außenabmessungen des Blendrahmens B x H = 1,50 m x 1,30 m.

Der Wasserstand ab Unterkante des Blendrahmens beträgt $z_1 = 0{,}90$ m (vgl. Bild 5a bzw. Bild 6).

Zur weiteren Vereinfachung des Beispiels werden

- → nur der Lastfall „Hochwasser" und
- → nur die davon „unmittelbar" betroffenen Fensterbefestiger im unteren Bereich des Fensterelements untersucht (vgl. Fensterbefestiger (1) bis (9) in Bild 7).

Auf der sicheren Seite werden die ansonsten auch im oberen Bereich erforderlichen und in der Realität vorhandenen Fensterbefestiger für den Lastfall „Hochwasser" als nicht tragend angenommen.

5.2 Zusammenstellung der erforderlichen Ausgangsdaten

Die Ausgangsdaten für das Praxisbeispiel ergeben sich wie folgt:

- → hochwasserdichtes/hochwasserbeständiges Kunststofffenster (Kunststoffprofil mit Stahleinlage ohne Profilverbreiterung)
- → Außenabmessungen des Blendrahmens: Breite x Höhe = B x H = 1,50 m x 1,30 m
- → Breite der Blendrahmenprofile: $b_{BR} \approx 50$ mm = 0,05 m
- → Wasserstand ab Unterkante des Blendrahmens: $z_1 = 0{,}90$ m (vgl. Bild 6); dieser Wasserstand ergab sich aus der relevanten Hochwassergefahrenkarte
- → Verankerungsgrund: Beton ≥ C20/25 nach DIN EN 206-1:2001-07
- → Wanddicke ≥ 200 mm
- → Gewählter Fensterbefestiger: Abstandsmontagschraube AMO IV Ø 11,5 mm gemäß abZ/aBG AMO Y/IV (2024), Anordnung vgl. Bild 7
- → Freie Schraubenlänge $e_f \leq 20$ mm, vgl. abZ/aBG AMO Y/IV (2024, Anlage 5)
- → Einbaulage des Fensters *mittig* in der Laibung, sodass für die Randabstände des Fenster-Direktbefestigers gilt $c_{innen} = c_{außen} = c_{min} \geq 100$ mm (vgl. Bild 6)

5.3 Einwirkungen

5.3.1 Allgemeines

Die Fensterbefestiger werden für den Lastfall „Hochwasser" exemplarisch und vereinfachend nur nach Bild 5a bzw. Bild 6 für einen teilweisen Einstau *ohne* Strömungskomponente untersucht. Der Wasserstand ab Unterkante des Blendrahmens beträgt gemäß der relevanten Hochwassergefahrenkarte $z_1 = 0{,}90$ m.

5.3.2 Bestimmung des Wasserdrucks (p_1)

Mit Gleichung (1) wird zunächst der hydrostatische Druck bzw. Wasserdruck als charakteristische Einwirkung ermittelt ($p_1 = p_{1,k}$):

$$\begin{aligned} p_{1,k} &= \rho \cdot g \cdot z_1 \\ &= 1.000\,\frac{kg}{m^3} \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2} \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}90\ m \\ &= 9{,}81\,\frac{kN}{m^3} \cdot 0{,}90\ m \\ &= 8{,}83\,\frac{kN}{m^2} \end{aligned} \qquad \text{Gl. (1)}$$

mit:

$p_{1,k}$ = hydrostatische Druck bzw. Wasserdruck in kN/m² (charakteristischer Wert)
ρ = Dichte für Wasser
= 1.000 kg/m³
g = Schwerebeschleunigung/Fallbeschleunigung/ Erdbeschleunigung
= 9,81 m/s²
z_1 = Wasserstand
= 0,90 m

Für die Ermittlung des Wasserdrucks als Bemessungswert für den Lastfall „Hochwasser" lagen den Autoren zum Zeitpunkt der Drucklegung keine eindeutigen Informationen vor, welcher Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkungen γ_F anzusetzen ist.

Mit Bezug auf

→ die Befestigung von absturzsichernden Fensterelementen bei stoßartiger Belastung (vgl. Küenzlen et al., 2022, S. 114, Abschnitt 8.5.3) und/oder

→ die Ausführungen in Abschnitt 4.2 dieses Fachbeitrags

ließe sich diskutieren, ob es sich bei dem Lastfall „Hochwasser" auch um eine „außergewöhnliche Einwirkung" handelt, für die nach DIN EN 1990 [2010, S. 9, Tabelle NA.A.1.2 (A)] $\gamma_F = \gamma_A = 1{,}0$ angesetzt werden könnte.

Da die im Folgenden durchgeführte Abschätzung der einwirkenden Querlasten auf die verwendeten Fensterbefestiger relativ grob ist, schlagen die Autoren stattdessen vor, den Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkungen zum Beispiel in Anlehnung an DIN 1054 als Sicherheitsbeiwert gegen Auftrieb mit $\gamma_F = 1{,}1$ anzusetzen.

$$\begin{aligned} p_{1,d} &= p_{1,k} \cdot \gamma_F \\ &= 8{,}83\,\frac{kN}{m^2} \cdot 1{,}1 \\ &= 9{,}71\,\frac{kN}{m^2} \end{aligned} \qquad \text{Gl. (2)}$$

mit:

$p_{1,k}$ = 8,83 kN/m² vgl. Gleichung (1)
γ_F = 1,1 siehe Anmerkungen zuvor

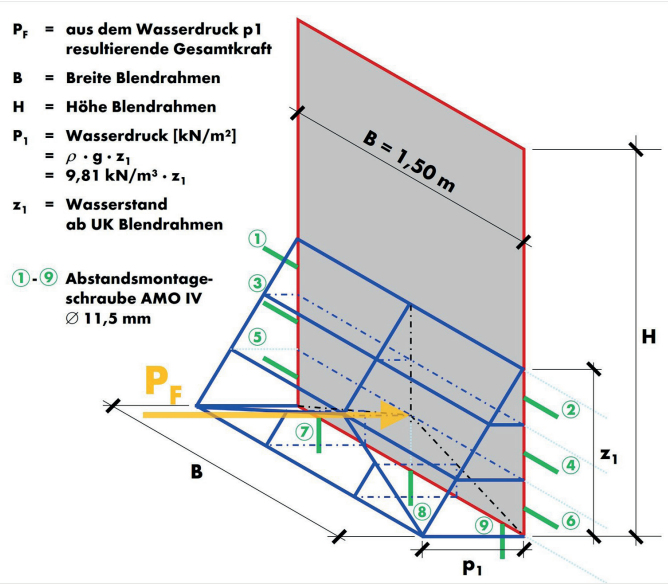


Bild 7: Liegender prismatischer Belastungskörper mit resultierender Einwirkung P_F sowie vereinfachte Annahme der Aufteilung auf die Fensterbefestiger (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

5.3.3 Bestimmung der Resultierenden

Für die weitere Abschätzung und deren Kontrolle (vgl. Abschnitt 5.4.2) wird für das hier im Beispiel betrachtete Fenster mit einer Breite von B = 1,50 mit Bild 7 ergänzend die aus dem Wasserdruck resultierende Gesamtkraft $P_F = P_{F,d}$ als Bemessungswert ermittelt; vgl. Gleichung (3):

$$\begin{aligned} P_F &= p_{1,d} \cdot B \cdot \frac{z_1}{2} \\ &= 9{,}71\,\frac{kN}{m^2} \cdot 1{,}50\ m \cdot \frac{0{,}90\ m}{2} \\ &= 6{,}55\ kN \end{aligned} \qquad \text{Gl. (3)}$$

mit:

$p_{1,d}$ = 9,71 kN/m² vgl. Gleichung (2)
B = 1,50 m vgl. Abschnitt 5.2
z_1 = 0,90 m vgl. Bild 7

5.4 Ermittlung der maßgebenden Querkräfte

5.4.1 Vereinfachtes Modell zur Bestimmung der Querkräfte

Mit $P_F = P_{F,d} = 6{,}55$ kN wurde in Gleichung (3) der Bemessungswert der resultierenden Einwirkung aus dem liegenden prismatischen Belastungskörper nach Bild 7 ermittelt:

→ Mit Bezug auf die Lage der Resultierenden P_F werden in Bild 7 – sinngemäß wie bei Lasteinzugsflächen – Lasteinzugskörper abgeschätzt, die sich an der Lage der Fensterbefestiger (1) bis (9) orientieren.

→ Die Lage der Fensterbefestiger (1) bis (9) wurde vorher unter Berücksichtigung der Abstandsangaben für „A" und „E" im Leitfaden zur Montage (LzM) festgelegt; siehe dazu Gütegemeinschaft (2024, S. Abschnitt 5.1.1.2, S. 160, Bild 5.7).

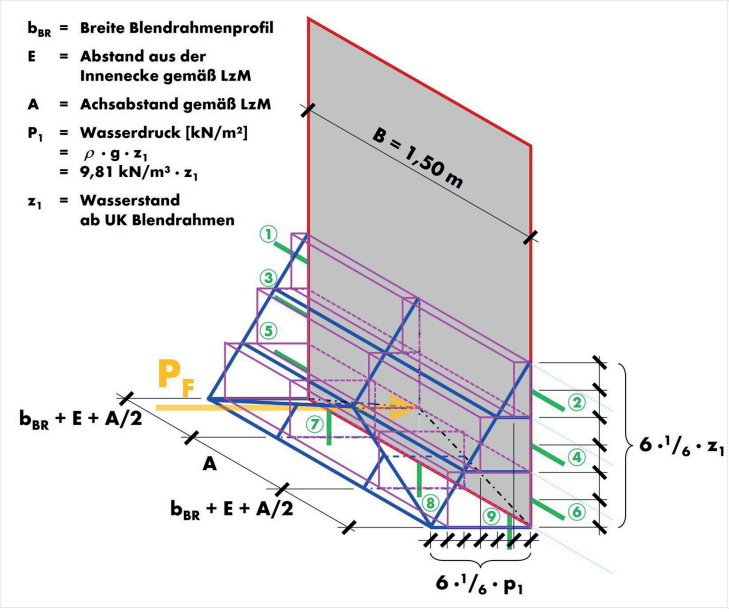


Bild 8: Idealisierung des prismatischen Belastungskörpers mit einzelnen Quadern (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

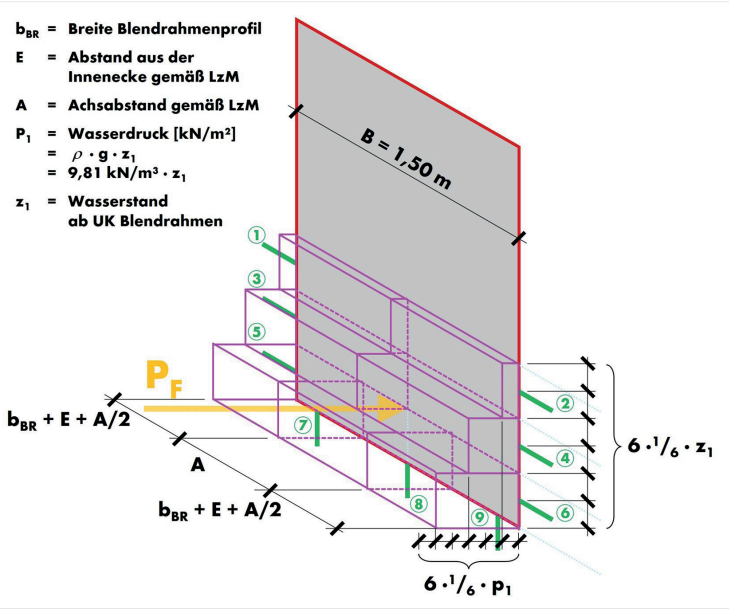


Bild 9: Idealisierte quaderförmige Belastungskörper (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

Hinweis:

Die hier dargestellte Vorgehensweise stellt eine grobe Vereinfachung für eine erste Abschätzung dar.

In der Realität wird sich in Abhängigkeit von den Steifigkeiten des Blendrahmenprofils und der Fensterbefestiger im Verankerungsgrund kein gleichmäßiger Belastungskörper ausbilden. Diese Steifigkeiten bzw. dieser Belastungskörper und damit die einwirkenden Kräfte auf die einzelnen Befestigungspunkte lassen sich – wenn überhaupt – nur über komplexe FEM-Berechnungen ermitteln, worauf hier aus Übersichtsgründen verzichtet wird.

Aus Sicht der Autoren ist die dargestellte grob vereinfachte Vorgehensweise dennoch als Abschätzung geeignet, um eine (Vor-)Bemessung durchzuführen, wenn der Ausnutzungsgrad dabei ausreichende Reserven aufweist: $V_E / V_{Rd} < 1{,}0$

Ausgehend von der Anordnung der Fensterbefestiger (1) bis (9) werden im nächsten Schritt vereinfachend – als Abschätzung – einzelne idealisierende quaderförmige Belastungskörper in den prismatischen Belastungskörper hineingelegt (Bild 8). Die Resultierenden der einzelnen Quader können dann den einzelnen Fensterbefestigern (1) bis (9) zugeordnet werden.

Aus der Anschauung von Bild 9 sind offensichtlich

→ die beiden seitlichen, mittleren Befestigungspunkte (3) und (4) bzw.

→ der untere, mittlere Befestigungspunkt (8)

für die Bemessung maßgebend. Nur für diese Befestigungspunkte werden die einwirkenden Querkräfte ermittelt (Abschnitte 5.4.3 und 5.4.4) und für die maßgebende Querkraft anschließend die Bemessung durchgeführt (Abschnitt 5.5).

Die anderen Befestigungspunkte werden auf der sicheren Seite liegend ohne weitere Nachweise baugleich ausgeführt.

5.4.2 Kontrolle des vereinfachten Modells

Zur Kontrolle wird zunächst noch mit Gleichung (4) aus den quaderförmigen Belastungskörpern in Bild 9 die resultierende Gesamtkraft ermittelt und der Resultierenden aus Gleichung (3) gegenübergestellt.

$$
\begin{aligned}
P_{F,Q,d} &= \left[\left(\tfrac{1}{6} \cdot p_1 \cdot \tfrac{2}{6} \cdot z_1\right) + \left(\tfrac{3}{6} \cdot p_1 \cdot \tfrac{2}{6} \cdot z_1\right) + \left(\tfrac{5}{6} \cdot p_1 \cdot \tfrac{2}{6} \cdot z_1\right)\right] \cdot B \\
&= \tfrac{1}{6} \cdot p_1 \cdot \tfrac{2}{6} \cdot z_1 \cdot [1 + 3 + 5] \cdot B \\
&= \tfrac{1}{18} \cdot p_1 \cdot z_1 \cdot 9 \cdot B \qquad \text{Gl. (4)} \\
&= \tfrac{1}{2} \cdot 9{,}71 \cdot 0{,}90 \cdot 1{,}50 \\
&= 6{,}55 \text{ kN} = P_{F,d} \qquad \text{Kontrolle OK; vgl. Gleichung (3)}
\end{aligned}
$$

mit:

$p_{1,d}$	=	9,71 kN/m²	vgl. Gleichung (2)
z_1	=	0,90 m	vgl. Bild 7
B	=	1,50 m	vgl. Abschnitt 5.2

Im Folgenden wird mit dem Bemessungswert des Wasserdrucks $p_1 = p_{1,d} = 9{,}71$ kN/m² nach Gleichung (2) weiter gerechnet.

5.4.3 Querkraft Befestigungspunkt (3) bzw. (4)

Die auf die Befestigungspunkte (3) bzw. (4) einwirkende Querlast ($V_{Ed,3} = V_{Ed,4}$) ergibt sich mit Gleichung (5) als vereinfachte Abschätzung der Resultierenden aus dem jeweiligen Belastungsquader in Bild 10.

$$\begin{aligned} V_{Ed,3} &= \left(\tfrac{3}{6} \cdot p_1\right) \cdot \left(\tfrac{2}{6} \cdot z_1\right) \cdot \tfrac{B}{2} \\ &= \left(\tfrac{1}{2} \cdot 9{,}71\right) \cdot \left(\tfrac{1}{3} \cdot 0{,}90\right) \cdot \tfrac{1{,}50}{2} \\ &= 4{,}86 \cdot 0{,}30 \cdot 0{,}75 \\ &= 1{,}09 \text{ kN} \end{aligned}$$ Gl. (5)

mit:

p_1	=	9,71 kN/m²	= $p_{1,d}$	vgl. Gleichung (2)
z_1	=	0,90 m		vgl. Bild 7
B	=	1,50 m		vgl. Abschnitt 5.2

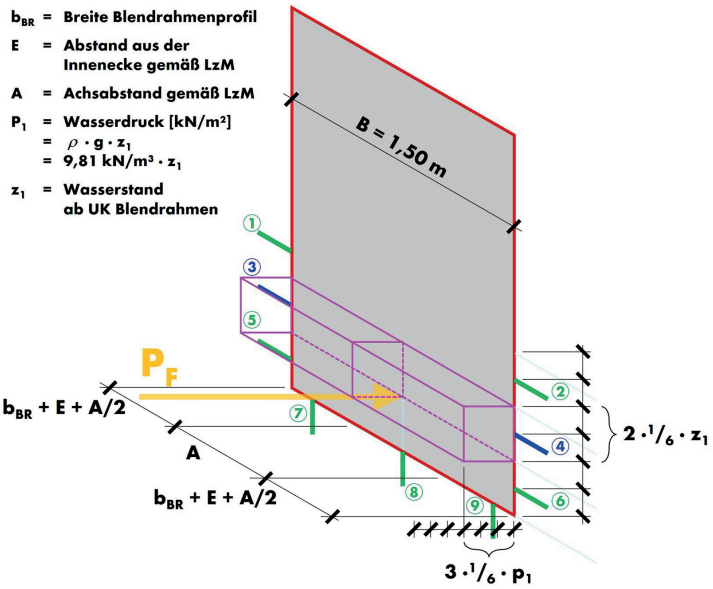


Bild 10: Idealisierte quaderförmige Belastungskörper für die Befestigungspunkte (3) bzw. (4) (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

5.4.4 Querkraft Befestigungspunkt (8)

Die auf den Befestigungspunkt (8) einwirkende Querlast ($V_{Ed,8}$) ergibt sich mit Gleichung (6) als vereinfachte Abschätzung der Resultierenden aus dem Belastungsquader in Bild 11.

$$\begin{aligned} V_{Ed,8} &= \left(\tfrac{5}{6} \cdot p_1\right) \cdot \left(\tfrac{2}{6} \cdot z_1\right) \cdot A_{unten} \\ &= \left(\tfrac{5}{6} \cdot 9{,}71\right) \cdot \left(\tfrac{1}{3} \cdot 0{,}90\right) \cdot 0{,}60 \\ &= 8{,}10 \cdot 0{,}30 \cdot 0{,}60 \\ &= 1{,}46 \text{ kN} \quad \text{maßgebend} \end{aligned}$$ Gl. (6)

mit:

p_1	=	9,71 kN/m²	= $p_{1,d}$	vgl. Gleichung (2)
z_1	=	0,90 m		vgl. Bild 7
A_{unten}	=	0,60 m ≤ 0,70 m		vgl. Gütegemeinschaft (2024, s. Abschnitt 5.1.1.2, S. 160, Bild 5.7) für Kunststofffenster

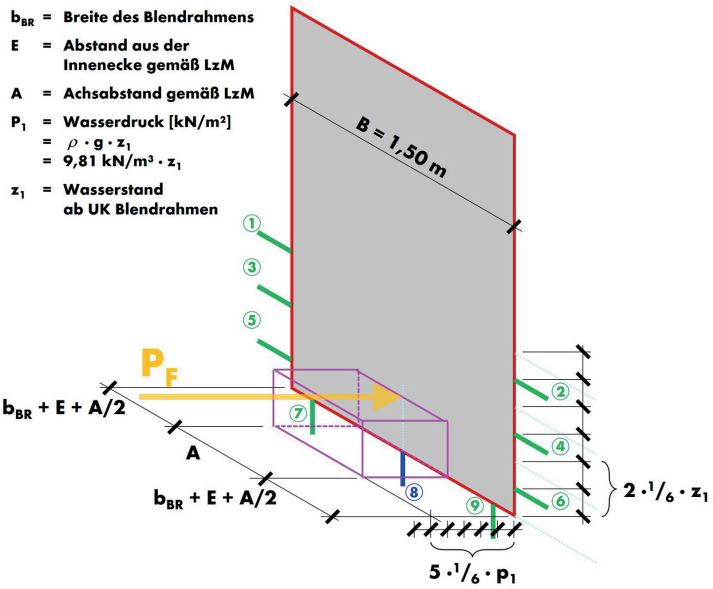


Bild 11: Idealisierter quaderförmiger Belastungskörper für den Befestigungspunkt (8) (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

5.5 Statischer Nachweis für den maßgebenden Befestigungspunkt (8)

Die Bemessung erfolgt gemäß abZ/aBG AMO Y/IV (2024, S. 5, Abschnitt 3.2.2):

$$V_{Ed,8}/V_{Rd} = 1{,}46/1{,}65 = 0{,}88 < 1{,}0$$ Gl. (7)

$\Rightarrow$ Nachweis erbracht

mit:

$V_{Ed,8}$	=	1,46 kN/m²	vgl. Gleichung (6)
V_{Rd}	=	1,65 kN	vgl. Bild 12

Tabelle 11.5: Bemessungswerte der Tragfähigkeit V_{Rd}[2)] in [kN] für eine AMO®-Y / AMO®-IV Schraube unter Querbeanspruchung

AMO®-Y / AMO®-IV Schraube			Ø 11,5 mm; Schraubenlänge l_s ≤ 202 mm				
Fensterprofil aus			Kunststoff / Aluminium		Holz / Holz-Alu		
Freie Schraubenlänge	e_1[1)] ≤	[mm]	20	30	10	20	30
Beton nach DIN EN 206-1:2001-07		c_{min} ≥ [mm]	Tragfähigkeit V_{Rd}[2)] [kN]				
≥ 20/25 - C30/37		35	0,90	0,80	1,15	0,90	0,80
		50	1,20	1,05	1,50	1,20	1,05
		75	1,65	1,20	2,05	1,65	1,20
		100	1,65	1,20	2,65	1,65	1,20
≥ C12/15		50	0,65	0,55	0,80	0,65	0,55
		70	0,85	0,70	1,05	0,85	0,70
		105	1,15	1,00	1,40	1,15	1,00
		140	1,50	1,20	1,85	1,50	1,20

Bild 12: Auszug aus abZ/aBG AMO Y/IV (2024, Anlage 18): Bemessungswerte der Tragfähigkeit in Beton

6 Zusammenfassung

Dieser Beitrag gibt einen ersten allgemeinen Überblick zu hochwasserbeständigen Fenstern und Türen und deren Befestigung.

Dabei wird aufgezeigt, dass nicht nur das Fenster- bzw. Türelement allein, sondern jeweils auch deren Befestigung am Baukörper sowie die Lastweiterleitung bis in den tragenden Baugrund untersucht werden müssen.

In einem abschätzenden Praxisbeispiel kann nachgewiesen werden, dass Befestigungslösungen mit entsprechend zugelassenen Fensterbefestigern zum Beispiel im Verankerungsgrund Beton unter bestimmten Voraussetzungen möglich sind, wobei Anströmungen von fließenden Gewässern sowie dynamische Anprallasten durch schwimmende Gegenstände, z.B. entwurzelte Bäume, unberücksichtigt bleiben.

Literatur

1 Veröffentlichungen (Fachbücher, Fachzeitschriften, u.a.)

Gütegemeinschaft (2024): Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für Neubau und Renovierung. Erstellt von: Gütegemeinschaft Fenster, Fassaden und Haustüren e.V., Frankfurt und ift Institut für Fenstertechnik, Rosenheim. Hrsg.: Gütegemeinschaft Fenster, Fassaden und Haustüren e.V., Frankfurt am Main, März 2024

Krippahl, R. (2024): Klimaresilienz – Wetterextremen trotzen. Anforderungen und geeignete Nachweise für Tür und Tor, ift Rosenheim, URL: https://www.ift-rosenheim.de/klimaresilienz-wetterextremen-trotzen (abgerufen am 13.8.2024)

Küenzlen, J.; Scheller, E.; Klatecki, M.; Becker, R.; Kuhn, T.; Stein, T. (2022): Befestigung und Abdichtung von Fenstern und Türen – Aktuelle Regelungen, Praxisbeispiele, bauphysikalische Gesichtspunkte, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 2022

Nothstein, M. (2023): Problematisches Szenario in Backnang: Hochwasser könnte Mauern eindrücken, in: Backnanger Kreiszeitung, 17.4.2023, URL: https://www.bkz.de/nachrichten/problematisches-szenario-in-backnang-hochwasser-koennte-mauern-eindruecken-185160.html, abgerufen am 19.2.2025

2 Europäische und internationale Normen (DIN EN, ISO)

DIN EN 1027:2016-09: Fenster und Türen – Schlagregendichtheit – Prüfverfahren

DIN EN 12208:2000-06: Fenster und Türen – Schlagregendichtheit – Klassifizierung

DIN EN 14351-1:2016-12: Fenster und Türen – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren

3 Deutsche Normen (DIN)

DIN 1054:2021-04: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

4 Gesetze – Richtlinien – Technische Regeln

DIBt MVV TB (2024/1): Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen, Ausgabe 2024/1, Amtliche Mitteilungen – Ausgabe 2 – 28. August 2024, kostenlose Download-Möglichkeit unter URL: https://www.dibt.de/de/wir-bieten/technische-baubestimmungen (abgerufen am 19.2.2025)

ift Rosenheim (2025): ift-Richtlinie FE-07/3:2025-02, Hochwasserbeständige Abschlüsse – Fenster, Türen und Tore sowie Rollläden

5 Gutachten – Prüfberichte – Stellungnahmen

ift Rosenheim (2006): Prüfbericht Nachweis für hochwasserbeständige Fenster und Türen, Berichtsdatum 17. Mai 2006

6 Deutsche „Zulassungen" (abZ und abZ/aBG)

abZ/aBG AMO Y/IV (2024): Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/Allgemeine Bauartgenehmigung – AMO®-Y / AMO®-IV Schraube Ø 7,5 mm und Ø 11,5 mm zur Befestigung von Fensterrahmen in Beton und Mauerwerk, Z-21.1-2097 vom 19. Januar 2024; kostenlose Download-Möglichkeit z. B. unter www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche

Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. (FH)
Jürgen H. R. Küenzlen, M.A., M.A., LL.M.

Adolf Würth GmbH & Co. KG
Künzelsau

Dipl.-Ing. (FH)
Eckehard Scheller

ISB Block und Becker
Beratende Ingenieure PartGmbB
Bochum

Dr.-Ing.
Klaus Jorde

KJ Consult
Klagenfurt

Reguvis

Die Zeitschrift für den Konstruktiven Ingenieurbau

KI

KI fachlich **KI sachlich** **KI anders**

Was ist KI ?

KI – die Zeitschrift für den Konstruktiven Ingenieurbau

... ist die fachübergreifende Zeitschrift für planende Bauingenieure

... behandelt alle Themenfelder des konstruktiven Ingenieurbaus – relevant, praxisnah und übersichtlich

... ist eine Informations- und Diskussionsplattform für den gesamten Konstruktiven Ingenieurbau

... trifft genau die Fragestellungen Ihrer täglichen Berufspraxis!

Was bietet KI ?

Mit der Zeitschrift haben Sie fachübergreifendes und praxisorientiertes Know-how zu allen Facetten des Konstruktiven Ingenieurbaus zur Hand:

- Informationen zum gesamten Konstruktiven Ingenieurbau, Grundbau und Bauphysik
- Berichte zu neuen Entwicklungen und Technologien
- Fachbeiträge aus der Praxis, Modellberechnungen und aktuelle Forschungsergebnisse
- Wichtige fachliche Grundlagen zu Technischen Regelwerken, Richtlinien und Gesetzen

KI – Konstruktiver Ingenieurbau
ISSN 2509-2847
6 Ausgaben im Jahr, ca. 60 Seiten je Ausgabe,
Jahresabonnement inkl. Archiv: 199,00 € (D)
inkl. MwSt. und Versandkosten deutschlandweit

www.reguvis.de/ki

WÜRTH

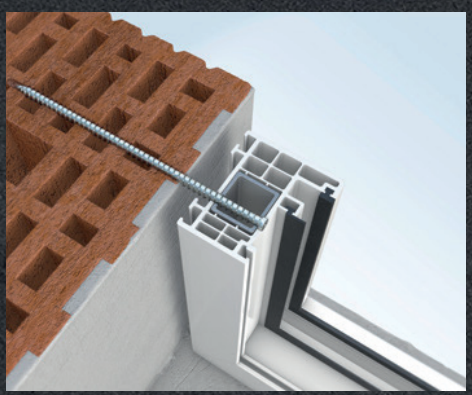
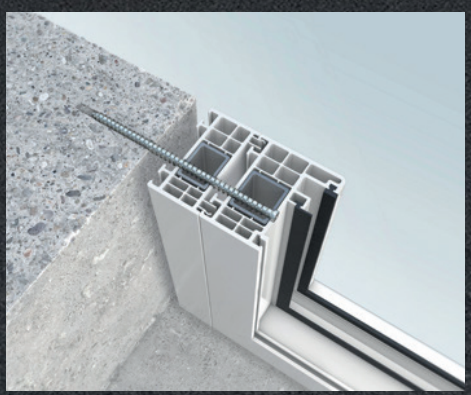
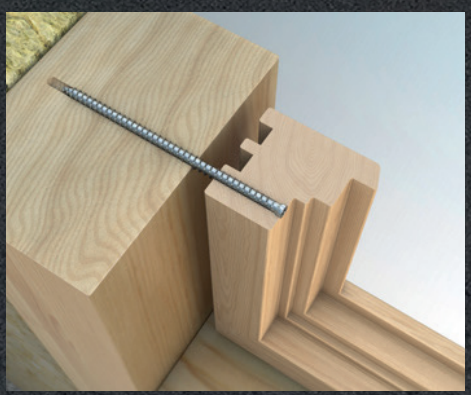
DIE NEUE AMO® IV

Die Fenstermontageschraube für hohe Anforderungen. Einbruchhemmung bis RC3 + absturzsichernde Befestigung.

Eine Produktentwicklung von Würth.

Adolf Würth GmbH & Co. KG
Z-21.2-2017

GEPRÜFTER EINBRUCH RC 2 WIDERSTAND

GEPRÜFTER EINBRUCH RC 3 WIDERSTAND

Die Befestigung erfüllt die Anforderungen für Fenster mit absturzsichernden Eigenschaften.
Bauaufsichtliche Zulassung als Nachweis der Tragfähigkeit